



Предложен новый комбинированный метод диагностики сердечника статора электродвигателя.

УДК 621.313.34

Ю.А. Ясинский, канд.техн.наук Украинская инженерно-педагогическая академия

Н.Е. Ходин, И.А. Шапкин
ОП Запорожская АЭС

ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНИКА СТАТОРА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

В настоящее время диагностика технического состояния зубцовой зоны (сокращенно ЗЗ) сердечника статора высоковольтных электродвигателей (сокращенно ЭД) при их ремонте фактически отсутствует, хотя один из методов такого контроля предложен относительно давно [3] и используется при ремонте ЭД на крупных и средних электроремонтных предприятиях России и Украины. Суть метода заключается в нагреве сердечника статора индукционным способом и выявлении отдельных зубцов ЗЗ с аномально высокой температурой нагрева. В настоящее время отсутствует единая методика проведения такого контроля, что существенно снижает его эффективность.

Начиная с 2000 г. на электростанциях России и Украины (в первую очередь на АЭС) достаточно интенсивно начали внедряться методы теплового контроля диагностики технического состояния турбогенераторов. К настоящему времени уже получены существенные результаты [2-5]. Анализ этих результатов показывает, что для разработки диагностики технического состояния ЗЗ сердечника статора ЭД можно использовать предложенные в [3] методы оценки состояния межлистовой изоляции активной стали сердечника статора турбогенератора, выполняемые на остановленной машине с выводом ротора.

Целью данной работы является разработка методов диагностики технического состояния ЗЗ сердечника статора ЭД в процессе его ремонта.

Техническое состояние ЗЗ сердечника статора ЭД во многом определяется состоянием межлистовой изоляции активной стали статора. Поэтому существенное внимание должно быть уделено обследованию состояния этой изоляции при ремонте ЭД.

Такое обследование, по нашему мнению, должно состоять из следующих этапов:

- анализа опыта эксплуатации ремонтируемого ЭД;
- проведения специального осмотра активной стали ЭД перед началом ремонта;
- контроля состояния межлистовой изоляции для выявления дефектных мест в ЗЗ.

Рассмотрим подробнее эти этапы.

1. Анализ опыта эксплуатации ремонтируемого ЭД

Проводится обобщение данных предыдущих ремонтов по выявлению и устранению распушений и разрушений зубцов крайних пакетов с учетом реализованных мероприятий по повышению устойчивости зубцовых зон крайних пакетов к эксплуатационным нагрузкам. По результатам обобщения заполняются соответствующие разделы табл.1.1., характеризующие динамику появления дефектов в зубцах крайних пакетов с учетом влияния мероприятий по повышению устойчивости зубцовых зон к эксплуатационным нагрузкам, а также режимов работы электродвигателя.

Таблица 1.1. Обобщение опыта эксплуатации электродвигателя типа ст. № в части состояния активной стали сердечника статора

Дата проведения ремонта, мероприятий по повышению устойчивости зубцовых зон, испытаний активной стали и т.д.					
Режим работы за предыдущий период (базовый, маневренный, и др.)					
Выявленные дефекты зубцов крайних пакетов (с указанием количества зубцов и номеров пакетов)	Сторона вала ротора	Распушения			
		Разрушения			
		Сильные разрушения *)			
		Нарушения запечки крайних пакетов			
Выявленные дефекты зубцов крайних пакетов (с указанием количества зубцов и номеров пакетов)	Сторона задней крышки	Распушения			
		Разрушения			
		Сильные разрушения *)			
		Нарушения запечки крайних пакетов			
Выполненные мероприятия по повышению устойчивости зубцовых зон крайних пакетов					
Обобщенные результаты испытаний активной стали на потери и нагрев методом кольцевого намагничивания	Приведенные удельные потери, Вт/кг (индукция, Тл)				
	Наибольший перегрев зубцов, °С				
	Наибольшая разность нагрева зубцов, °С				
	Характер повреждения, номера поврежденных зубцов, методы устранения повреждений (установка слюды, зашлифовка с последующим травлением, установка протезов и т.д.)				
Температура активной стали по штатному термоконтролю и результатам контрольных тепловых испытаний под нагрузкой °С (наибольшее и наименьшее значения, режим работы)					
Дефекты, выявленные на спинке активной стали, дефекты элементов крепления активной стали (с указанием количества дефектов и их месторасположения)	Наличие продуктов контактной коррозии (с указанием участков спинки статора)				
	Разрушения крепления стяжных элементов				
	Ослабление затяжки гаек				
	Разрушение шеек стяжных элементов				

*) сильные разрушения - повреждения и излом активной стали в зубцовой зоне вентиляционными распорками с изломом листов активной стали в глубине зубца.

2. Проведение специального осмотра активной стали ЭД перед началом ремонта (входной контроль)

Осмотр зубцовой зоны активной стали статора производится с целью выявления:

- забоин или зашлифовок по расточке статора;
- ослабленных, распушенных или разрушенных зубцов крайних пакетов;
- ослабления прилегания, подвижности или смещения нажимных пальцев;
- разрушения запечки крайних пакетов (на статорах с запеченными крайними пакетами);
- состояния плотности прессовки активной стали;

Признаками ослабления плотности прессовки и начальной стадии разрушения запечки крайних пакетов являются растрескивание и отслоение покровной эмали на поверхности зубцов, а также проникновение ножа-щупа при надавливании усилием 3-5 кг на глубину 5-15 мм ниже уровня вентиляционных распорок.

Признаком распушения зубцов крайних пакетов является наличие сгустков магнитной грязи черного цвета в районе распушенного зубца и проникновение ножа-щупа при надавливании усилием 3-5 кг на глубину 15-50 мм.

Признаками неудовлетворительного состояния давления прессовки активной стали статора являются:

- неоднократное выявление при проведении ремонтов с выводом ротора небольшого количества (до 5%) распушенных зубцов первых-вторых пакетов, подвижных нажимных пальцев, выкрашивание крайних лепестков активной стали;
- проникновение ножа-щупа при надавливании на глубину 15-50 мм на небольшом (до 5%) количестве зубцов первых-вторых пакетов;
- появление на отдельных зубцах статора с запеченными крайними пакетами признаков разрушения запечки и распушения в зубцах третьих пакетов.

3. Осмотр спинки и элементов крепления активной стали

Осмотр спинки и элементов крепления активной стали производится с целью выявления:

- признаков повышенной вибрации активной стали и элементов ее крепления;
- ослаблений и разрушений элементов крепления активной стали на спинке статора.

Признаками повышенной вибрации активной стали и элементов ее крепления являются наличие продуктов контактной коррозии на спинке статора, подвижность и выпадание распорных клиньев, разрушение сварных швов и элементов крепления.

Признаком ослаблений и разрушений элементов крепления активной стали является характерный звук при простукивании стяжек пакетов.

4. Документирование результатов осмотра

Документирование результатов осмотра производится с помощью цифрового фотоаппарата с сохранением изображений на электронном носителе.

При фотографировании дефектов (забоин, зашлифовок) в зубцовой зоне необходимо использовать магнитные таблички-указатели с нанесенными на них координат (номер пакета – номер паза) фиксируемых дефектов.

5. Проведение контроля состояния межлистовой изоляции для выявления дефектных мест в ЗЗ

Согласно [2,4] контроль состояния межлистовой изоляции проводится электромагнитным методом при кольцевом намагничивании с низким уровнем магнитной индукции (0.01 Тл) для турбогенераторов.

По нашему мнению применительно к ЭД данный метод обладает двумя недостатками:

- пересчет удельных потерь в активной стали, приведенных к 1.0 Тл, дает существенную погрешность (до 14%) по сравнению с измеренными значениями;
- невозможно нагреть сердечник статора до состояния, при котором дефектные места в зубцовой зоне будут перегреты на 30-40°C по сравнению с остальной ее частью.

В связи с этим нами предлагается использовать наряду с описанным методом также и метод контроля при уровне магнитной индукции в 1.0 Тл, что позволит определять визуально дефектные места с помощью оптического пирометра по температуре их перегрева.

Метод контроля состояния межлистовой изоляции при магнитной индукции в 0.01 Тл подробно изложен в [2].

Сущность предлагаемого метода контроля при магнитной индукции в 1.0 Тл изложена ниже.

Для создания в сердечнике статора ЭД магнитной индукции в 1.0 Тл на сердечник и станину ЭД наматывается намагничивающая обмотка, число витков которой определяется по формуле:

$$\omega_{\text{нм}} = 45U/QB, \quad (1)$$

U- напряжение сети, В; Q-сечение активной части статора, мм²; B- магнитная индукция, Тл.

Для контроля величины магнитной индукции используется контрольная обмотка, число витков которой определяется по формуле:

$$\omega_{\text{контр}} = \omega_{\text{нм}} U_{\text{конт}} / U, \quad (2)$$

где $U_{\text{конт}}$ - требуемое напряжение на контрольной обмотке.

Контроль температуры в любой точке зубцовой зоны осуществляется цифровым оптическим пирометром.

Выводы:

1. Обоснована возможность использования метода контроля межлистовой изоляции сердечника статора турбогенератора для аналогичного контроля применительно к ЭД.

2. Обоснована возможность совместного использования методов контроля межлистовой изоляции сердечника статора и контроля нагрева ЗЗ.

Литература

1. Объемы и нормы испытаний электрооборудования. РД 34.45-51.300.97. М.: Госстандарт России, - 1997. – 72 с.
2. Типовая инструкция ремонта и модернизации активной стали с использованием современных методов диагностики и контроля технического состояния статоров турбогенераторов. М.: Энергоатомиздат, 1996. – 18 с.
3. Соколов Р.В. Ремонт средних и крупных электродвигателей.- М.: Энергоатомиздат, 1991.- 342 с.
4. Бережанский В.Б. и др. Разработка и внедрение новых средств оценки технического состояния турбогенераторов в Ленэнерго. // Электрические станции, 1994, № 3, с.12-18.
5. Голоднова О.С., Ростик Г.В. О причинах повреждений торцевых зон сердечников статоров турбогенераторов и мерах по их предупреждению. // Энергетик, 2005, № 1, с.21-25.

ДІАГНОСТИКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ОСЕРЕДЯ СТАТОРА ЕЛЕКТРОДВИГУНА

Ю.О. Ясинський, М.Є. Ходін, І.О. Шапкін

Запропоновано новий комбінований метод діагностики осереддя статора електродвигуна.

THE DIAGNOSTIC OF TECHNIKAL CONDITION THE CORE OF STATORS OF ELECTRICAL ENGINES

Y.A. Jasinsky, N.E. Hodin, I.A. Shapkin

It is offered to use the new combination method for diagnostics of heart specialist of electrical engines.